

DESCRIPCIÓN OCEANOGRÁFICA DEL EVENTO EL NIÑO OSCILACIÓN SUR 2015-2016

Nota Técnica 004
SENAMHI-DGM-2015

Gandy Rosales Quintana
Luis Icochea Salas

Descripción oceanográfica del Evento El Niño Oscilación Sur 2015-2016

Gandy Rosales Quintana¹

Luis Icochea Salas²

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú¹

Universidad Nacional Agraria La Molina²

RESUMEN

En la presente Nota Técnica, se analiza toda la información oceanográfica disponible en 2 boyas del Arreglo TAO/TRITON de la NOAA, la boya 0°N 165°E y 0°N 110°W con la finalidad de comparar el actual evento El Niño 2015-2016 con el evento Extraordinario 1997-1998 mediante series diarias de velocidad de la Corriente Cromwell (Equatorial Undercurrent) entre 1991-2015, de los cuales los años de mayor semejanza respecto a la desviación estándar, fueron los eventos El Niño extraordinario 1997 con el actual 2015.

I. INTRODUCCIÓN

Tratar de entender el mecanismo de El Niño/La Niña desde el punto de vista oceanográfico, es tal vez empezar hablando de las corrientes marinas y en particular de la Corriente Cromwell, más conocida como The Equatorial Undercurrent, que es la corriente ecuatorial subsuperficial más importante dentro de los 3 principales océanos del planeta, por su capacidad de transporte y distancia recorrida (Wyrcki & Kilonsky, 1984). La presente investigación describirá el comportamiento de El Niño a partir de las variaciones de intensificación o debilitamiento de la velocidad de dicha corriente, en 2 boyas estratégicamente seleccionadas para el análisis, una ubicada al Oeste, cercana de Australia y otra ubicada al Este cerca de Sudamérica. Cabe resaltar que dentro del mecanismo de El Niño interactúan no solo variables oceanográficas, sino también atmosféricas, y éstas en cierta forma podrían frenar el paso de las masas cálidas en superficie (Stewart, 2008) pero no en la subsuperficie. Y es aquí donde se encuentra la Corriente Cromwell, que es la base de estudio de la presente investigación.

II. LA CORRIENTE CROMWELL (EQUATORIAL UNDERCURRENT)

La velocidad de la Corriente Cromwell es una de las variables oceanográficas más importantes en el análisis del comportamiento de El Niño/La Niña en el Pacífico. Por lo que (Cromwell, 1956; Knauss, 1960; Lucas, 1978; Kanaichenko, 1980 e Icochea, 1989) analizaron secciones de velocidad de la corriente para explicar los cambios bruscos de temperatura y salinidad, tanto en la Línea Ecuatorial entre los 2°N y 2°S, como frente a Sudamérica; en especial en la costa norte del Perú (Icochea, 1989).

El origen de La Corriente Cromwell se manifiesta al Oeste del Pacífico muy cerca de Australia con un núcleo profundo a más de 200 m y velocidad promedio del núcleo de 33.5 cm/s, velocidad que se incrementa en su trayecto hacia Sudamérica, haciéndose más superficial cerca de las Islas Galápagos, llegando su núcleo a una profundidad de 80 m y una velocidad promedio de 94.9 cm/s históricamente, de aquí su importancia en cuanto a la intensidad de la velocidad durante el mecanismo, que posteriormente se manifiesta como El Niño/La Niña frente a Sudamérica.

Cabe resaltar que El mecanismo en todos los eventos El Niño son similares, como se explica en la Figura 1, a) se incrementa el nivel del mar y la termoclina se profundiza con vientos alisios fuertes, b) los vientos desde Australia se intensifican originando ondas Kelvin que se trasladan por la termoclina, empezando el traslado de las Aguas superficiales y c) se muestra la parte final de dicha piscina de agua cálida a la costa de Sudamérica (Ecuador y Perú), profundizando la termoclina, debido al cambio en la gradiente de presión por el traslado de la masa superficial cálida. (Icochea, 2001)

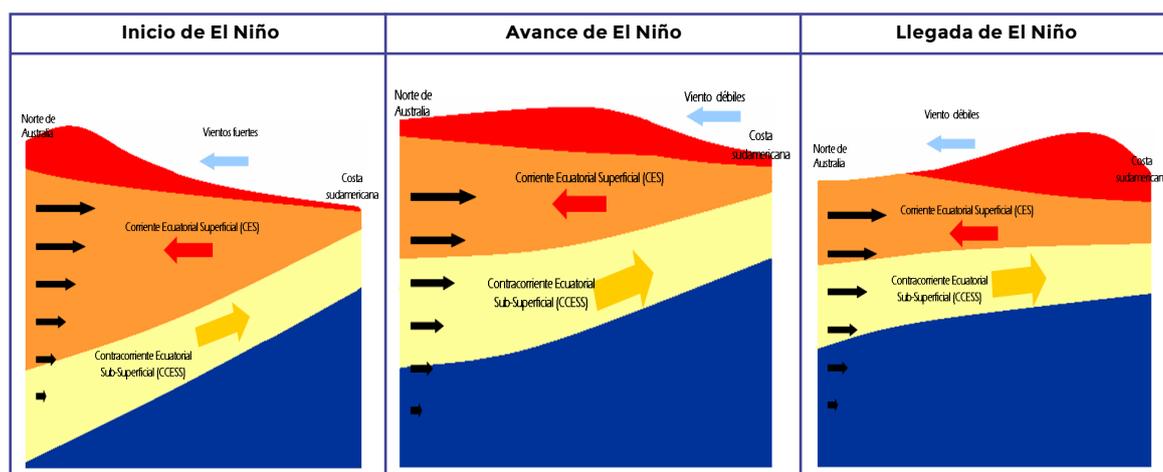


Figura 1. Mecanismo del Evento El Niño Oscilación del Sur a lo largo del Pacífico Ecuatorial. Fuente: Icochea, 2001.

Cabe resaltar que Icochea en (1989) descubre 3 patrones de pesca asociados a la llegada del ramal costero de la Corriente Cromwell según la intensidad de arribo y su influencia en la distribución de los principales recursos pesqueros en la costa norte del Perú; siendo los patrones Cromwell fuerte: antes de El Niño, Cromwell débil: durante la

Niña y Cromwell “normal”: oscilación normal. Dicho Ramal origina el hundimiento de la termoclina, de la oxiclina (efecto Coriolis) y la introducción de un núcleo halino que lo identifica propiamente.

III. ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE CROMWELL

Empezaremos analizando el perfil histórico de la velocidad zonal (eje x) de la Corriente Cromwell (cm/s) en las ubicaciones 0°N 147°E, 0°N 165°E, 0°N 170°W, 0°N 140°W y 0°N 110°W en las cuales se puede apreciar la variación que sufre no solo la velocidad de la corriente, sino también como llega más superficial en Sudamérica, desde Australia (0°N 147°E), hasta los (0°N 110°W). La Figura 3 muestra claramente el desplazamiento histórico de la corriente, siendo más profunda y de menor velocidad en los 0°N 147°E, intensificándose a medida que continúa su recorrido por el Pacífico, y llegando frente a Sudamérica con mayor velocidad pero más superficial. Cabe resaltar que en los 0°N 140°W la velocidad es mayor que en los 0°N 110°W, y de aquí la importancia de dicha ubicación por ser “el freno” del transporte de la masa cálida (Icochea, 2015), por lo que es de suma importancia la velocidad con la que llegue en ésta ubicación. Asimismo, del promedio histórico calculado para cada boya, se obtuvo la profundidad de la máxima velocidad y el rango de profundidades respecto de 1 desviación estándar según la Tabla 1. De aquí partiremos para analizar las series de tiempo diarias y mensuales de la velocidad de la Corriente Cromwell a las profundidades de máxima velocidad que denominamos “núcleo”. Esta información fue obtenida de los correntómetros doppler del Arreglo TAO/TRITON de la NOAA. (Figura 2)

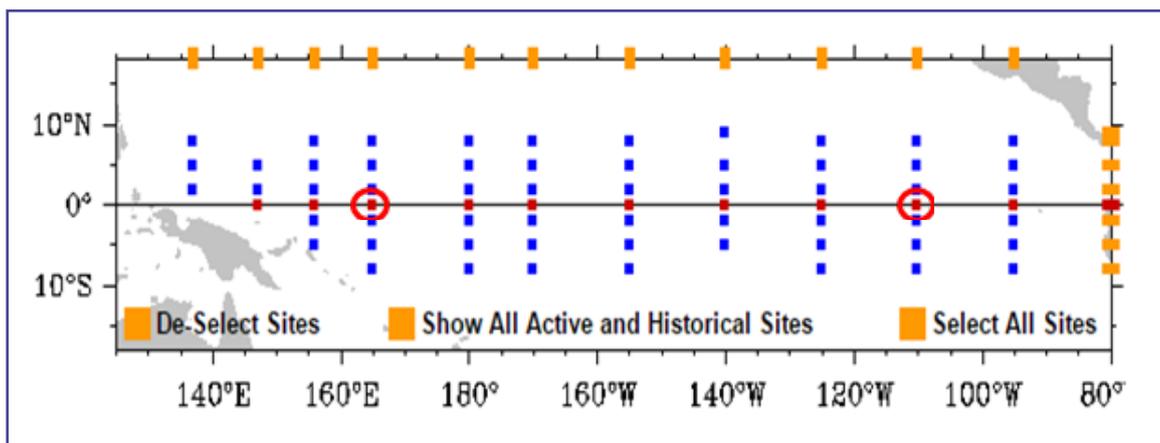


Figura 2. Arreglo de Boyas con ubicación de Correntómetros (puntos rojos) a lo largo del Océano Pacífico. Fuente: NOAA.

Tabla 1: Descripción del núcleo de máxima velocidad de la Corriente Cromwell en 0°N 147°E, 0°N 165°E, 0°N 170°W, 0°N 140°W y 0°N 110°W a +-1 desviación estándar.

Ubicación de Boya	Máximo Valor		- 1 desviación estándar		+ 1 desviación estándar	
	Velocidad cm/s	Profundidad m	Velocidad cm/s	Profundidad m	Velocidad cm/s	Profundidad m
0°N 147°E	33.5	240	29.2	200	27.8	270
0°N 165°E	49.2	200	35.8	160	36.1	235
0°N 170°W	67.16	160	46.13	105	46.07	205
0°N 140°W	105.5	110	85.2	80	72.1	155
0°N 110°W	94.9	80	61.8	45	58.1	130

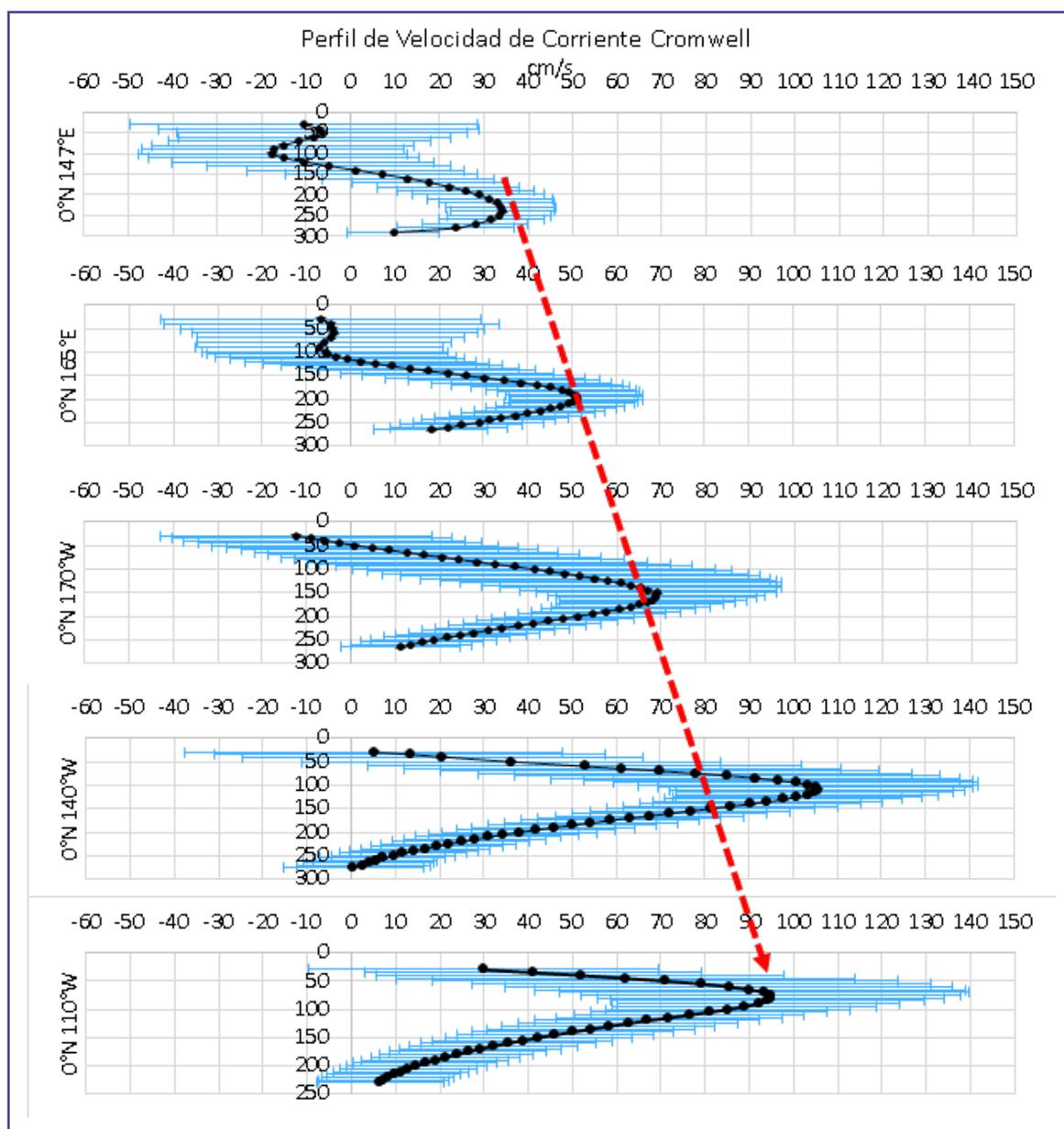


Figura 3. Velocidad histórica de la corriente Cromwell (cm/s) en los 0°N 147°E, 0°N 165°E, 0°N 170°W, 0°N 140°W y 0°N 110°W con su respectiva desviación estándar.

Fuente de datos: TAO/NOAA, Elaboración propia.

La Figura 3 muestra los núcleos históricos de velocidad zonal de la Corriente Cromwell desde los 0°N 147°E hasta los 0°N 110°W, donde se puede observar claramente que la corriente se intensifica en su recorrido hacia Sudamérica por los 0° donde la fuerza de Coriolis es cero y la fuerza propia de la corriente es mucho más intensa.

Para la presente Nota Técnica, se analizarán las boyas 0°N 165°E y 0°N 110°W en cuanto a la velocidad de la corriente Cromwell en series de tiempo diarias dentro del periodo 1991-2015 y sus respectivas desviaciones estándar (+1, 2 y 3) con la finalidad de comparar el comportamiento del actual Evento El Niño con el año 1997 y otros años.

La boya 0°N 165°E en la figura 4, se puede observar las variaciones diarias del núcleo de la Corriente Cromwell (200 metros de profundidad) en comparación con +- 1, 2 y 3 desviaciones estándar respecto del promedio La Figura 4 explica claramente como durante el Niño Extraordinario 1997-1998 la velocidad disminuye bruscamente, inclusive durante enero de 1998, pasan ligeramente el límite de -3 desviaciones estándar, siendo el único año en superarlo, esto es, que durante un evento Niño extraordinario la Cromwell se debilita bruscamente e incluso desaparece. Durante octubre del 2015 se observa la misma disminución brusca de velocidad pasando las -3 desviaciones estándar, y siendo el único año después de 1997 en mostrar este comportamiento.

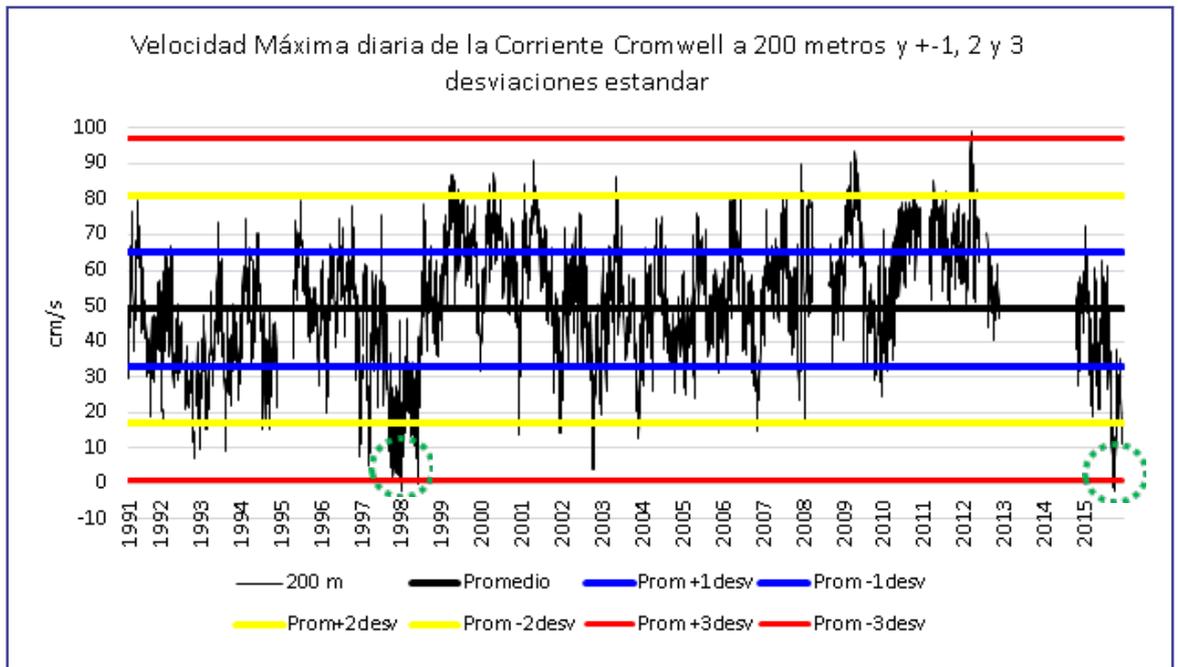


Figura 4. Serie de tiempo de la velocidad de la Corriente Cromwell en los 200 metros de profundidad con +-1, 2 y 3 desviaciones estándar respecto al promedio.

La Figura 5 muestra la comparación de velocidades entre 1997 y el 2015 en el núcleo, mostrando ambas una tendencia a disminuir en ésta ubicación.

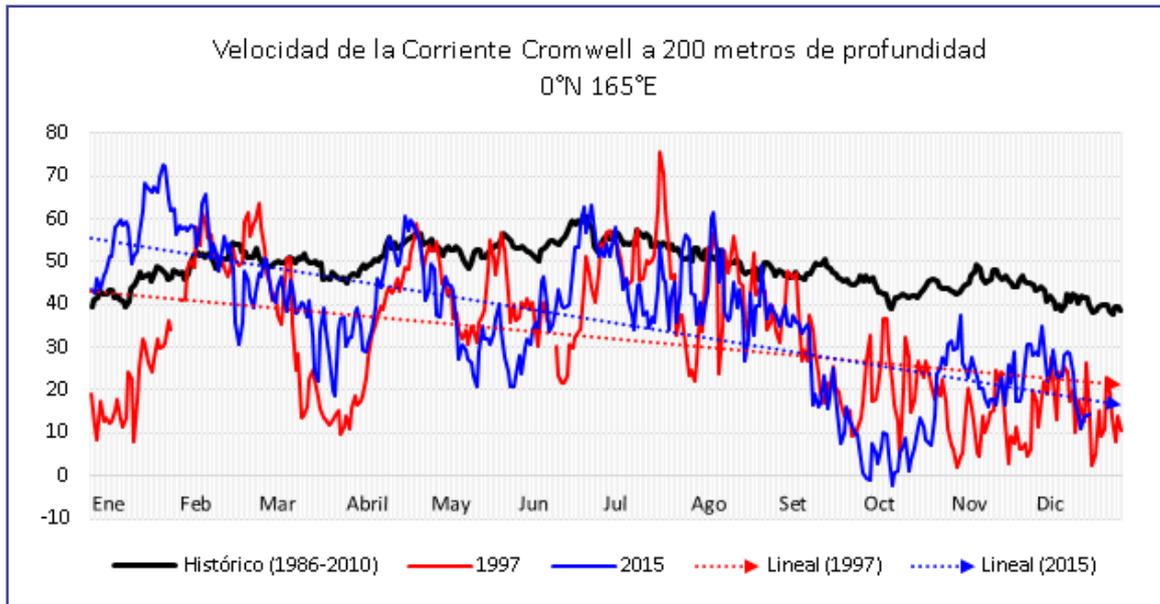


Figura 5. Comparación del núcleo de la Velocidad de la Corriente Cromwell entre 1997 vs 2015 y el patrón histórico.

La boya 0°N 110°W es la parte final del monitoreo de la Corriente Cromwell en su recorrido a lo largo de la línea ecuatorial. En la Figura 6 se explica cómo se intensifica la velocidad y llega a su pico máximo durante abril del 2015, superando +3 desviaciones estándar, siendo el único año que muestra éste comportamiento después de 1997.

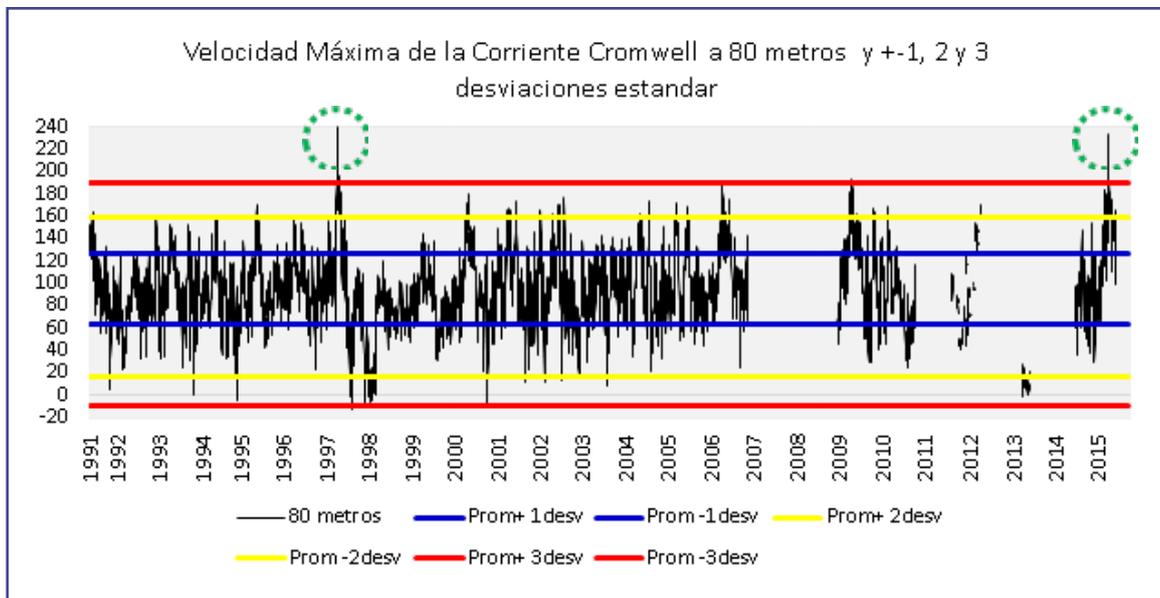


Figura 6. Serie de tiempo de la velocidad de la Corriente Cromwell en los 80 metros de profundidad con +-1, 2 y 3 desviaciones estándar respecto al promedio.

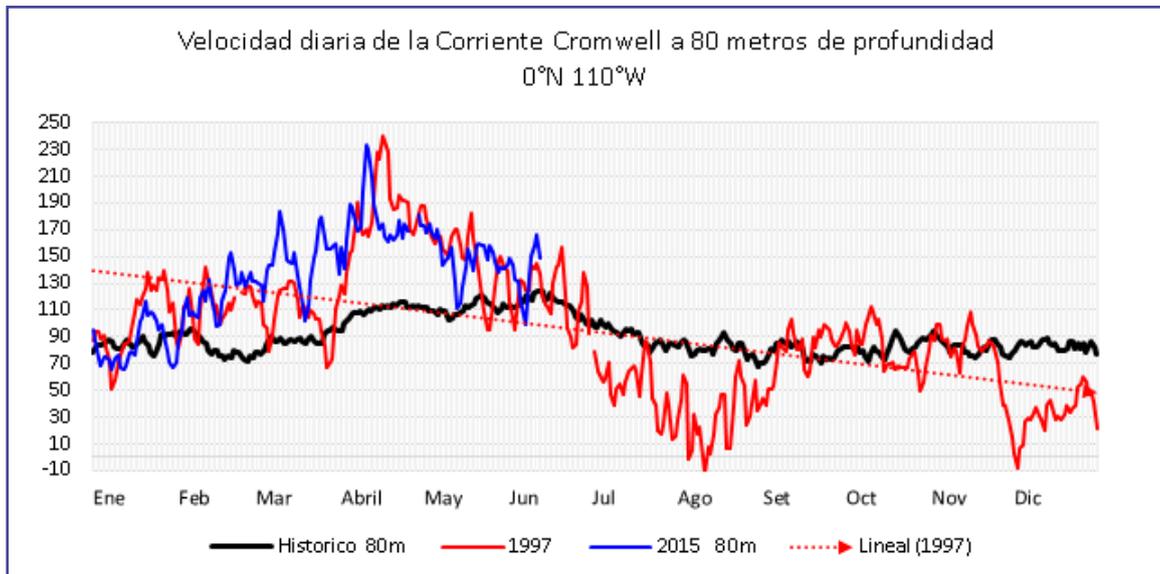


Figura 7. Comparación del núcleo de la Velocidad de la Corriente Cromwell entre 1997 vs 2015 y el patrón histórico.

Finalmente en la Figura 6 se presenta la serie diaria de la velocidad de la Corriente Cromwell a los 80 metros de profundidad desde 1990 hasta junio del 2015 (última fecha de actualización de datos por NOAA), en el cual se observa a los años catalogados como Niños Fuertes y Extraordinarios por ENFEN, según el análisis de los pulsos de intensificación de la corriente que postula la presente investigación.

En el caso del Año Niño Moderado 1991-1992 el cambio brusco de la velocidad pasó de tener en abril su pico máximo de 147.6 cm/s a 38.1 cm/s en marzo de 1993, durando 11 meses en arribar la masa cálida frente a Perú. Mientras que para el año Niño Extraordinario 1997-1998, se inició en abril con 182.61cm/s terminando con 9.0 cm/s en enero de 1998 con una duración de 9 meses para el transporte. Durante el 2006-2007 el pico máximo de 158.6 cm/s se presentó en abril, culminando en febrero del 2007 con 59.4 cm/s durando 10 meses el transporte total. El presente año 2015, la velocidad máxima inició también en abril pero con 177.6 cm/s, hasta el momento una de las más altas velocidades después del Niño 1997, como se puede observar en la Figura 8.

Es importante mencionar que si bien el mecanismo de los eventos El Niño son similares (Icochea, 2001), la parte final de El Niño, es decir el arribo del tren de ondas kelvin en el Pacífico Este se verá influenciado en mayor medida por sistemas atmosféricos propios de dicha área (Anticiclón del Pacífico Sur, La Zona de Convergencia Intertropical, otros), los cuales no necesariamente minimizan el impacto.

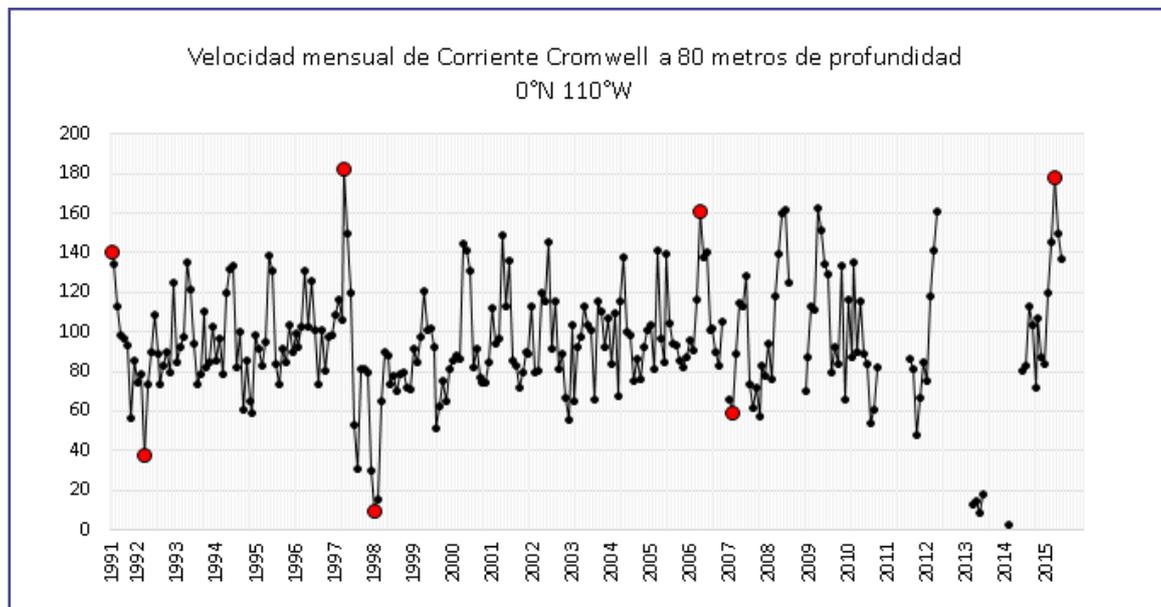


Figura 8. Velocidad diaria de la Corriente Cromwell durante 1980-2015 a los 80 metros de profundidad. Fuente de datos: NOAA. Elaboración Propia.

IV. CONCLUSIONES

La metodología utilizada para el monitoreo de eventos el Niño permite entender el comportamiento de la masa de agua cálida que se transportada por la subsuperficie, es decir, el paso del núcleo de la Corriente Cromwell por la termoclina a lo largo del Pacífico Ecuatorial.

Según la comparación con las velocidades de 1997, y considerando la semejanza que existe entre dichos eventos en base a sus pulsos de intensificación, se espera que para el segundo semestre del 2016 se proyecte un escenario La Niña con temperaturas más frías de lo normal, tal como sucedió durante 1998.

El estudio de las condiciones oceanográficas en la superficie y subsuperficie permite un mejor entendimiento del ENSO al relacionar dichas variaciones con sus efectos en la atmósfera (interacción atmosfera-océano).

El actual Evento El Niño 2015-2016 muestra mucha semejanza con el Evento El Niño Extraordinario 1997-1998 desde el análisis de la variación de la velocidad de la Corriente Cromwell (pulsos de intensificación) en los 0°N 165°E y 0°N 110°W, por el cambio brusco que sufre ésta en los respectivos núcleos a lo largo del Pacífico. Sin embargo es necesario estudiar y monitorear como se relaciona dichos pulsos de intensificación en la atmósfera.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda tomar las medidas precautorias ante un Evento El Niño de magnitud fuerte, y continuar con el monitoreo de las condiciones océano-atmosféricas tanto en el Pacífico Ecuatorial como a lo largo de la costa peruana.

Asimismo, es recomendable estudiar específicamente como los pulsos de intensificación de la Equatorial Undercurrent alteran las condiciones del mar y por consiguiente la atmósfera frente a Sudamérica.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Cromwell, T. R.; Montgomery, B. & E.D. Stroup. 1954. "Equatorial Undercurrent in the Pacific Ocean revealed by New Methods" Science 119: pp 648-649.
2. Icochea, L. y Rojas, E. 2001. La Corriente Cromwell y sus variaciones en los 0°N110°W. Forum la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*): biología y pesquería. pp 20-28.
3. Icochea, L, Kobayashi M, Rosales G. 2015. Seguimiento de El Niño 2014-2016 y sus repercusiones en la Costa de Sudamérica al 31 de agosto el 2015. Universidad Nacional Agraria La Molina y Yokohama College of Commerce University of Japan. Reporte científico. [<http://tarwi.lamolina.edu.pe/licochea/>]
4. Icochea, L. et.al. 1989. Análisis de Pesquería de Arrastre Pelágica en la Costa Peruana durante 1983-1987 y su relación con el medio ambiente. Memorias del Simposio Internacional de los recursos vivos y la pesquería en el Pacífico sureste. Viña del Mar 9-13 Mayo 1988. Instituto del mar del Perú.
5. Icochea, L. y Rojas, E. 2001. La Corriente Cromwell y sus variaciones en los 0°N110°W. Forum la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*): biología y pesquería. pp 20-28. Instituto del mar del Perú.
6. Khanaichenko, N.K. 1980. The System of Equatorial Countercurrents in the Ocean. A.D. Drobvol'skii editor. Gidrometeoizdat Publishers Leningrad, 1974. Publishe for the National Oceanic and atmospheric administration, United States department of commerce and the national science foundation, Washington D.C.
7. Knauss, J.A. 1960. Masurement of the Cromwell Current. Deep Sea Research 6: 265-286.
8. Lucas, Roger. 1981. The termination of the Equatorial undercurrent in the eastern pacific. A dissertation submitted to the graduate division of the University of Hawaii in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in oceanography. December 1981.

9. Stewart, 2008. Introduction to Physical Oceanography. Chapter 14, Equatorial Processes. Department of Oceanography, Texas A & M University.
10. Wyrski & Kilonsky. 1983. Mean Water and Current structure during the Hawaii-to-Tahiti Shuttle Experiment. Department of Oceanography and Hawaii Institute of Geophysics, University of Hawaii, Honolulu. Journal of Physical Oceanography Vol.14 242.

Central telefónica: (511) 614-1414
Atención al usuario: (511) 470-2867
Climatología: (511) 614-1414 anexo 461
Pronóstico: (511) 614-1407

Consultas y sugerencias:

Gandy Rosales Quintana: grosales@senamhi.gob.pe / clima@senamhi.gob.pe
Luis Icochea Salas: licochea@lamolina.edu.pe
Dirección General de Meteorología: dgm@senamhi.gob.pe



Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI